

УДК 681.7.023.72

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ЛИНЗ НА ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЯХ****Филонова М.И., Козерук А.С., Ефимчик А.О., Колоскин И.А.***Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

При обработке линз, в условиях свободного притирания, когда съем припуска определяется, в основном, величиной скорости скольжения притирающихся поверхностей заготовки и инструмента, важным является выбор таких наладочных параметров станка, при которых обеспечивается равномерное распределение упомянутой скорости по всей обрабатываемой поверхности. Целесообразно использовать технологию одновременной двусторонней обработки линз при их креплении за нерабочую цилиндрическую поверхность, а также формализовать геометрические и кинематические связи исполнительного механизма технологического оборудования [1].

Предлагаемая методика [2] сводится к последовательному выполнению следующих операций:

- математическое моделирование процесса одновременной двусторонней обработки деталей со сферическими поверхностями по методу свободного притирания;
- получение формулы, устанавливающей функциональную связь путей резания с наладочными параметрами станка;
- расчет путей резания для различных сочетаний наладочных параметров станка;
- анализ результатов расчета и определение режимов формообразования, обеспечивающих минимальные значения относительной погрешности путей резания и времени обработки.

При определении путей резания обрабатываемую поверхность детали разбивали на элементарные площадки  $dS$ , в центре которых выбрали точки (так называемые опорные точки) и рассчитывали путь, пройденный ими относительно инструмента. Опорные точки выбирали следующим образом. На сферической поверхности линзы радиусом  $R$  назначали  $n$  секторов (рис. 1) величиной

$$\Delta\sigma = \frac{2\pi}{n} \quad (1)$$

и  $m$  кольцевых зон размером

$$\Delta\beta = \frac{\pi(R - \sqrt{R^2 - 0,25d^2})}{2Rm}, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр шарового сегмента, образованного той или иной (выпуклой или вогнутой) поверхностью линзы.

Выражение (2) получено из следующих соображений. Если поверхность линзы составляет

полусферу, то угловой размер  $\Delta\beta$  каждой из  $m$  ее кольцевых зон будет

$$\Delta\beta = \frac{\pi}{2m}.$$

Если же линза не полусферическая, то необходимо определить, какую часть составляет высота сегмента ее сферической поверхности

$$h = R - \sqrt{R^2 - 0,25d^2}$$

по сравнению с радиусом кривизны этой поверхности. Составив соответствующую пропорцию, установим, что эта часть определяется отношением  $\frac{h\pi}{2R}$ , разделив которое на  $m$  и получим соотношение (2).

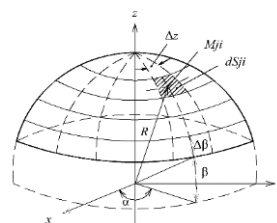


Рисунок 1 – К определению опорной точки на обрабатываемой поверхности линзы

Пересечение рассмотренных центров и зон образует  $nm$  элементарных площадок:

$$[dS_{ji}]; j=\overline{1,m}, i=\overline{1,n}.$$

На каждой из этих площадок выбираем опорную точку  $M_{ij}$  которая расположена на пересечении луча, делящего пополам  $i$ -й сектор, и окружности, делящей пополам  $j$ -ю кольцевую зону.

Одной из особенностей метода одновременной двусторонней обработки линз является то, что при его реализации оба инструмента совершают переносное движение по исполнительным поверхностям детали [3], причем величина амплитуды этих движений является наладочным параметром и изменяется в зависимости от технологической наследственности заготовки с точки зрения распределения подлежащего удалению припуска. Так, например, при наличии на детали общей погрешности в виде «ям» необходимо усилить срабатывание краевой ее зоны, что достигается увеличением амплитуды колебательного движения инструмента, и, наоборот, – для устранения погрешности типа общий «бугор» упомянутую амплитуду следует уменьшать.

Были получены аналитических выражений, позволяющие рассчитать предельные значения обсуждаемой амплитуды в зависимости от геометрических параметров детали и инструмента [2]. Теоретическую оценку качества двусторонней обработки линз выполняли следующим образом: выбирали диаметрально сечение линзы с максимальной величиной абсолютной погрешности путей резания  $\Delta l = l_{\max} - l_{\min}$  после ее поворота на угол  $\psi_{\max} = 4200$  рад, при котором  $\Delta l$  достигало минимальной величины ( $l_{\max}$  и  $l_{\min}$  соответственно максимальное и минимальное значения путей резания в выбранном диаметрально сечении линзы). Разделив это  $\Delta l$  на максимальное значение путей резания  $l$  в выбранном сечении, получим  $\Delta l_{\text{отн}}$ , которое пропорционально погрешности детали в данном сечении  $\Delta l_{\text{отн}} = \Delta l / l$ .

В итоге получили следующие границы изменения отмеченных наладочных параметров: частота вращения линзы  $\omega_n = 2-10$  с<sup>-1</sup>; диаметр инструмента  $d_n = 70-94$  мм; величина амплитуды возвратно-вращательного движения инструмента  $L = 45-58$  мм; частота вращения входного звена исполнительного механизма станка  $\omega_2 = 0,5-8,5$  с<sup>-1</sup>; коэффициент  $k = \omega_n / \omega_2 = 0,72-0,88$ .

Далее проводились теоретические и экспериментальные исследования процесса обработки выпуклой поверхности линзы радиусом кривизны 120,85 мм на этапе основного шлифования и на стадии полирования. Использовались полировально-доводочные станки мод. 6ПД200 (отдельно для шлифования и полирования). В качестве инструментов служили чугуный шлифовальник и пенополиуретановый полировальник (пенополиуретановая пленка толщиной 1 мм, наклеенная на металлический корпус).

**Выводы.** 1. Проведенные численные исследования обработки сферических поверхностей оптических деталей по методу свободного притирания позволили выявить, что при управлении процессом формообразования посредством изменения частот вращения линзы  $\omega_n$  и входного звена

исполнительного механизма станка  $\omega_2$  достичь высокой точности исполнительной поверхности детали не представляется возможным, особенно в случае  $\omega_2 = \omega_n$  при любых их значениях.

2. Выполненные расчеты показали, что наивысшая точность обработки достигается при максимальных значениях амплитуды колебательного движения инструмента, его диаметра и частоты вращения линзы и минимальных значениях частоты вращения входного звена исполнительного механизма станка и отношения частоты вращения инструмента к частоте вращения линзы. А поскольку такие значения данных наладочных параметров приводят к усиленному съему припуска в краевой зоне заготовки, то при обработке выпуклой поверхности линзы ее радиус кривизны на каждой предшествующей операции должен быть больше по сравнению с радиусом кривизны, который необходимо получить на последующих операциях. Для вогнутой поверхности должна соблюдаться обратная закономерность значений радиуса кривизны.

3. В результате проведенных экспериментальных исследований влияния динамической составляющей погрешности обработки линз на рычажных шлифовально-полировальных станках установлено, что с увеличением диаметра детали допустимая частота вращения шпинделя станка с закрепленной на нем заготовкой, независимо от величины его биения, уменьшается.

#### Литература

1. Бардин А.Н. Технология оптического стекла / А.Н. Бардин. – М.: Высшая школа, 1963. – 519 с.
2. Исследование влияния наладочных параметров станка на производительность и качество процесса односторонней двусторонней обработки линз / А.С. Козерук [и др.] // Наука и техника. 2018. – Т. 17. – № 5. – С. 390–400.
3. Исследование кинематических закономерностей процесса двусторонней обработки двояковыпуклых оптических деталей / А.С. Козерук [и др.] // Вест. НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2008. – № 2. – С. 26–31.

УДК 681

#### РАСЧЕТ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ Юхновская А.В., Юхновская О.В.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Цветовая координатная система CIE XYZ является базой для всех разработанных цветовых моделей и наиболее часто используется при определении цветовых координат свечения. Цветовые координаты излучения представляют собой три числа, которые являются количествами основных цветов в смеси, цвет которой зрительно неотличим от данного цвета.

Экспериментально определены функции цветового соответствия, для стандартного наблюдателя, которые показывают нужное количество трёх основных цветов для уравнивания любого монохроматического излучения мощностью один ватт. Основными цветами системы являлись чистые спектральные цвета, соответствующие монохроматическому излучению с длинами волн